

Os temas *DNA* e *Biotecnologia* em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo

Paula Dorti Peixe
Lidiane Gomes Pinheiro
Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo
Sueli Aparecida Moreira

RESUMO

Com o avanço da tecnologia, algumas áreas da biologia têm incorporado mudanças conceituais que refletem na aplicabilidade da ciência. Dentre elas, a genética se destaca pelo aprofundamento dos conceitos e contextualização prática devido aos seus aspectos tecnológicos inovadores. O objetivo desta pesquisa foi analisar livros didáticos de biologia sobre os temas *DNA* e *Biotecnologia* e suas relações com a Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Constatou-se que 50% dos livros didáticos avaliados não relacionam esses temas com a sociedade e o meio ambiente. Portanto, apesar das atuais discussões sobre a importância da abordagem CTS no ensino de ciências e a despeito desse tipo de abordagem ser critério de avaliação do Programa Nacional do Livro Didático, observou-se ainda fragilidade, nesse aspecto, nos livros didáticos avaliados neste estudo.

Palavras-chaves: *DNA* e *Biotecnologia*; Livro Didático; Abordagem CTS.

The theme *Biotechnology* and *DNA* in biology textbooks: A science, technology and society approach in the educational process

ABSTRACT

With the advancement of technology, some areas of biology have incorporated conceptual changes that reflect the applicability of science. Among them, genetics stands out for the deepening of concepts and practical contextualization due to its innovative technological aspects. The objective of this research was to analyze biology textbooks on the subjects DNA and Biotechnology and its relations with the Science, Technology and Society approach (STS). It was found that 50% of the textbooks evaluated do not relate these themes to society and the environment. Therefore, in spite of the current discussions about the importance of the STS approach in science teaching and despite

Paula Dorti Peixe é mestranda da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pelo Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. E-mail: paula.dorti@hotmail.com

Lidiane Gomes Pinheiro é mestranda da Universidade Federal do Rio Grande do Norte pelo Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. E-mail: lidiane.gpinheiro@yahoo.com

Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo é doutora em ecologia de microrganismos aquáticos. Atualmente, é professora Titular do Departamento de Microbiologia e Parasitologia, Centro de Biotecnologias – UFRN. Campus Universitário, Lagoa Nova – Natal/RN. CEP 59.072-970. E-mail: mag@cb.ufrn

Sueli Aparecida Moreira é doutora em ecologia. Atualmente, é professora do Departamento de Turismo/CCSA/ UFRN, Universitário, Lagoa Nova – Natal/RN. CEP 59.072-970. E-mail: suelimoreira@yahoo.com.br

Recebido para publicação em 9/11/2016. Aceito, após revisão, em 17/2/2017.

this type of approach being an evaluation criterion of the National Textbook Program, there was still fragility, in this regard, in the textbooks evaluated in this study.

Key words: *ADN and Biotechnology*. Biology textbooks. STS approach.

INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia, algumas áreas da biologia têm incorporado mudanças conceituais, de modo a contemplar as inovações da ciência em seus diversos espaços didáticos, técnicos e de pesquisa. A genética vem se destacando, nesse contexto, por favorecer que a profundidade de conceitos se contextualize em práticas e experimentos acessíveis devido ao avanço tecnológico, com repercussões diretas sobre o cotidiano do educando, incentivando cada vez mais que o ensino de biologia adote essa perspectiva interativa na formação crítica de cidadãos, premissa da educação contemporânea.

Considerando a perspectiva humanista de Paulo Freire, qualquer tentativa de compreensão do processo de conhecimento humano demanda:

[...]“ver o homem em sua interação com a realidade e a importância do conhecimento histórico-social-cultural no fazer dos homens, já que a história é feita pelos homens e ao mesmo tempo nela vão se fazendo”. [...] o movimento do homem e mundo objetivo é dinâmico (mundo criando-se histórico e cultural), ou seja, é impossível desejar que um homem seja adaptado, pois adaptação exige a existência de uma realidade acabada e estática e não criando-se. (FREIRE, 1983, p.51)

Em relação ao processo de formação humana envolve respeitar a condição humana, para evitar a coisificação quando submetido a uma educação com visão instrumental. Para obter esse dinamismo, Paulo Freire adverte sobre o caráter da educação:

[...] A educação não é neutra, a educação precisa ser humanista, ou seja, para a prática da liberdade, na qual o sujeito tem de fato uma situação de verdadeira aquisição de conhecimento, onde todos são criadores de conhecimento. (FREIRE, 1983, p.51)

Pensar o conhecimento como criação e interação equivale a dar uma objetivação ao abstrato, proporcionar a busca de sentidos. Nessa direção, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2002) também destacam que é preciso que o discente tenha conhecimento dos conceitos biológicos para que possa participar de debates contemporâneos, considerando a conservação da natureza e da vida, além do princípio de desenvolvimento sustentável. Apesar de a genética abordar temas que despertam o interesse do discente, observa-se que é um subtema da biologia que apresenta muita dificuldade de aprendizagem (BOUJEMAA et al., 2010; MALACHIAS et al., 2010; KUNGA; MARNIE, 2012; ARAÚJO; PEDROSA, 2014). O maior nível de dificuldade

de conceitos genéticos se dá pela complexidade, já que se trata de algo invisível ao olho nu, exigindo maior nível de abstração do aluno (DIAS et al., 2010). Outra razão que pode explicar esse obstáculo seria o não entendimento de conceitos básicos da biologia como célula, ácidos nucleicos e a estrutura do DNA, os quais por si sós já representam conceitos abstratos e que geram dificuldades para o processo de ensino e aprendizagem.

A interdisciplinaridade a partir da obra “Ciência com Consciência” de Edgar Morin (2005) preconiza que “é necessário enraizar o conhecimento físico e igualmente biológico, numa cultura, numa sociedade, numa história, numa humanidade. A partir daí, cria-se a possibilidade de comunicação entre as ciências” (MORIN, 2005, p.139). Sob essa perspectiva interdisciplinar, Cardoso e Oliveira (2010) destacam que o entendimento da genética envolve uma rede de conceitos ligados à biologia molecular, bioquímica, cálculos elementares de probabilidade, entre outros. Assim, observa-se que quando há um *déficit* nessas outras áreas do conhecimento é verificada a dificuldade de aprendizagem no ensino de genética. Para solucionar esse impasse na genética, os PCN+ sugerem que os temas relacionados a essa área sejam aplicados e contextualizados com o cotidiano do aluno, fazendo com que o discente se familiarize com os códigos da ciência.

O processo de ensinagem de acordo com Anastasiou e Alves (2012) fundamenta-se no envolvimento dos sujeitos (docente e discente), em sua totalidade, pois se trata de

[...] prática social complexa efetivada entre os sujeitos, professor e aluno, englobando tanto a ação de ensinar quanto a de apreender, em um processo contratual, de parceria deliberada e consciente para o enfrentamento na construção do conhecimento escolar, decorrente de ações efetivadas na sala de aula e fora dela. [...] Trata-se de uma ação de ensino da qual resulta a aprendizagem do estudante, superando o simples dizer do conteúdo por parte do professor. (ANASTACIOU; ALVES, 2012, p.20)

Nesse contexto, a abordagem relacionada à Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) é fundamental no ensino de ciências, uma vez que contextualiza o conhecimento científico nas suas relações com as tecnologias em um determinado contexto social e com suas implicações ambientais. Essa abordagem objetiva aplicar o conhecimento científico e tecnológico como um processo social onde estão relacionados os aspectos políticos, econômicos, culturais (RIBEIRO; GENOVESE, 2015), considerando que as relações sociais são influenciadas pelo conhecimento proveniente da ciência e as novas tecnologias delimitam novos princípios de valores de convivência social.

Essas mudanças tecnológicas encorajam uma nova atitude em relação ao que é aprendido (LEWIS; KELLY, 2014). Por isso, o ensino de ciências exige uma urgente readaptação no modo de ensinar a fim de que se possam formar não apenas futuros profissionais especializados na manipulação de tecnologias, mas também cidadãos que compreendam os riscos e benefícios de sua utilização para a sociedade e o meio ambiente. Além disso, o tema ambiental se revela numa perspectiva socioambiental

que é concebida como campo de interações entre a cultura, a sociedade, a base física e biológica dos processos vitais, no qual todos os termos dessa relação estão em completa interação (TRACANA; CARVALHO, 2012).

Dentro desse contexto, a análise do livro didático (LD) é importante porque é um instrumento que estuda a abordagem do conteúdo de forma a facilitar o entendimento dos conceitos biológicos, especificamente os de maior *déficit* de aprendizagem. Batista et al. (2010) relatam a importância de estudos que analisem conceitos em livros didáticos de Biologia do ensino médio, os quais podem estar erroneamente colocados, desatualizados e sem contextualização com a realidade escolar dos discentes, gerando, portanto, um problema para o processo ensino-aprendizagem.

O livro didático ofereceu, por muito tempo, uma imagem de ciência empirista e cumulativa que não levava em conta os aspectos qualitativos do tipo histórico, sociológico, humanista e tecnológico e de suas relações (SOUZA, 2011), o que torna evidente a importância da abordagem CTS nos livros didáticos de ciências e biologia. Esse instrumento é uma fonte de consulta muito utilizada no sistema de ensino, muitas vezes sendo o principal material de apoio do professor e quase que exclusiva fonte de informação dos alunos (FONSECA; BOBROWSKI, 2015). Por isso, deve sempre estar atualizado, contendo informações que aproximem o conteúdo estudado à realidade do aluno.

O Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) surgiu para assegurar a qualidade do livro didático que é ofertado à rede de ensino, cuja escolha é feita por meio de guias que facilitam sua análise pelo professor, permitindo-lhe selecionar aquele que mais se adequa à sua prática pedagógica e à realidade escolar do alunado. Pensar a realidade no processo de aprendizagem demanda diálogo/comunicação entre realidades docente-discente e o material didático que vai fomentar/estimular a interpretação das culturas. Do ponto de vista antropológico no processo da ensinagem estão contidos aspectos morais e estéticos da cultura (*ethos*) em relação aos aspectos cognitivos, existenciais denominados por Geertz (2008, p.93) como “visão de mundo”. A visão de mundo de Geertz diz respeito ao quadro que este aluno vai elaborar das coisas como elas são na simples realidade, seu conceito de natureza, de si mesmo e da sociedade. Da visão de mundo do professor enquanto interprete do material didático (qualidade/proposições) acontece a ensinagem e a aprendizagem.

A partir de uma visão global sobre a dificuldade de aprendizagem em genética, na perspectiva da abordagem CTS, os objetivos desta pesquisa foram analisar livros didáticos de biologia, do ensino médio, no que dizem respeito ao tema *DNA e Biotecnologia*, a fim de identificar se os livros abordam esses conteúdos, sobretudo, numa perspectiva que relacione a teoria conceitual ao contexto social e ambiental, efetivando a abordagem CTS.

METODOLOGIA

A pesquisa compreende o percurso metodológico da escolha dos livros didáticos, os critérios avaliativos dos livros didáticos e a análise dos dados.

A escolha dos livros

Para esta análise, foram selecionados oito dos nove livros de biologia referenciados no Guia PNLD de biologia 2015, dentre os quais foram avaliados os volumes que contemplavam a temática *DNA/Biotecnologia*, de acordo com o Quadro 1.

QUADRO 1 – Livros didáticos do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), 2015.

Código	Título da Coleção	Autor(es)	Editora	Ano de publicação	Volumes analisados
LD1	Ser protagonista	Catini et al.	SM	2013	1 e 3
LD2	Biologia	Silva, Sasson e Caldini	Saraiva	2013	1 e 3
LD3	Biologia	Mendonça	AJS	2013	1 e 3
LD4	Novas Bases da Biologia	Bizzo	Ática	2010	1 e 3
LD5	Biologia Hoje	Linhares e Gewandsnajder	Ática	2013	1 e 3
LD6	Bio	Lopes e Rosso	Saraiva	2013	2
LD7	Conexões com a Biologia	Bröckelmann	Moderna	2013	1 e 3
LD8	Biologia em contexto	Amabis e Martho	Moderna	2013	1 e 3

Fonte: adaptado do Guia Nacional do Livro Didático/ PNLD, 2015.

Os critérios avaliativos dos livros didáticos

A análise foi adaptada dos critérios utilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático 2015 (BRASIL, 2014) e dividida em três dimensões (Quadro 2).

QUADRO 2 – Análise de temas *DNA/Biotecnologia* em livros didáticos de biologia (Guia PNLD Biologia 2015) segundo dimensões formativas.

Dimensões analisadas em livros didáticos Biologia PNLD 2015	Critérios em análise
Dimensão I CONTEXTUALIZAÇÃO E INTERDISCIPLINARIEDADE (conceitos, definições e interações cotidianas)	- Emprego correto de Conceitos
	- Aplicação de Conceitos a situações do cotidiano
	- Utilização de textos complementares
	- Estabelecimento de relações com outras disciplinas
Dimensão II APLICABILIDADE DO ENSINO (Dinâmicas, experimentos e procedimentos laboratoriais)	- Proposição de atividades práticas em aula ou laboratório
	- Aproximação dos conceitos de práticas ligadas a técnicas moleculares
	- Abordagem de técnicas atualizadas relativas à biotecnologia.
Dimensão III EMANCIPAÇÃO E CRITICIDADE (Abordagem CTS)	- Uso de textos que abordam manipulação genética e ética
	- Uso de textos que incentivam uma postura crítica e respeito ao meio ambiente e às pessoas
	- Discussão de possíveis riscos e benefícios do uso da biotecnologia para as pessoas e meio ambiente.

Fonte: adaptado do Guia Nacional do Livro Didático/ PNLD, 2015.

A análise dos dados

Valores em escalas numéricas foram atribuídos aos critérios presentes em cada componente das dimensões utilizadas para análise do livro didático conforme o Quadro 3.

QUADRO 3 – Valores atribuídos em escala numérica para análise de critérios do livro didático de biologia.

5	a obra atende plenamente ao quesito.
4	a obra atende satisfatoriamente ao quesito.
3	a obra atende parcialmente ao quesito.
2	a obra atende de modo insuficiente ao quesito.
1	a obra não atende ao quesito.

Fonte: adaptado de Sá e Santim Filho, 2009.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeira dimensão temática da contextualização e interdisciplinaridade

A dimensão temática I compreendeu a avaliação da correção conceitual, com aplicação ao cotidiano e abordagem interdisciplinar. Também se observou o uso de textos que complementassem o conteúdo abordado.

Constatou-se que 100% dos livros analisados (Tabela 1) empregam plenamente (valor atribuído 5) ou satisfatoriamente (valor atribuído 4) os conceitos, os quais se apresentam permeados por diversas áreas do conhecimento, de forma aprofundada e contextualizada.

TABELA 1 – Primeira Dimensão Contextualização e Interdisciplinaridade (conceitos, definições e interações cotidianas).

Crítérios considerados para a análise	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LD6	LD7	LD8
Emprego correto de conceitos	5	4	4	5	4	5	4	5
Aplicação de conceitos a situações do cotidiano	4	2	2	5	4	5	5	5
Utilização de textos complementares	4	3	2	2	2	4	4	4
Estabelecimento de relações com outras disciplinas	5	4	3	4	2	2	1	2

Fonte: a pesquisa.

Quatros dos livros apresentam conceitos plenos e aprofundados quando comparados com as outras coleções. Dentre eles, o LD6, por exemplo, apresenta temas inovadores e pertinentes aos problemas contemporâneos que não se encontram nas outras obras, como *Vacinas gênicas*, *Programas de triagem populacional*, *Recuperação de espécies em extinção*, *Aconselhamento genético* e *Diagnóstico pré-natal*, o que demonstra uma tentativa de melhor contemplar o conteúdo. O LD4 é outro livro que se destaca por discorrer, como nenhum outro, sobre a parte química da molécula de DNA, evidenciando a importância de se conhecer profundamente a base química da molécula constituinte da vida, aspecto negligenciado por muitos livros e de muita dificuldade de aprendizagem pelos alunos.

Notou-se que 75% dos livros didáticos abordavam a aplicabilidade do conteúdo ao cotidiano: LD1; LD4, LD5, LD6, LD7 e LD8. No LD6, por exemplo, o início do capítulo sobre biotecnologia se dá com um quadro intitulado *Pense nisso* em que há perguntas referentes ao conteúdo que será abordado de modo aplicado ao dia a dia, tais como: “Muito se discute hoje sobre plantas e animais transgênicos. Qual o seu conceito sobre o que é um organismo transgênico?”. Esses questionamentos remetem o aluno

para o que será estudado, e podem incentivá-los a ir ao encontro de suas respostas motivando-os a aprender (SANMARTÍ, 2010).

Os livros LD2 e LD3 são exemplos que não atenderam suficientemente aos critérios de contextualização com o cotidiano. No LD2, há apenas um texto, na abertura do capítulo de biotecnologia, que faz referência à comparação de técnicas ligadas ao DNA, sem mais relações com aspectos do dia a dia ou aplicabilidades.

A utilização de textos que não sejam estritamente escolares é importante, uma vez que os materiais que circulam fora da escola também possibilitam estabelecer relação com o que se passa dentro do espaço escolar (SANMARTÍ, 2011). O LD1 apresenta maior quantidade de textos informativos, cujo gênero de maior incidência é a notícia, pertinente ao tema abordado nos capítulos. Já o livro que apresentou menor quantidade de textos foi o LD4, apenas dois textos relacionados com a origem da vida e a descoberta do DNA. Não se observaram textos de divulgação científica ou notícia sobre as técnicas da engenharia genética, o que seria extremamente importante já que se trata de um assunto polêmico e há a necessidade do aluno relacionar o conhecimento aprendido na escola com o as notícias vinculadas no cotidiano.

Algumas pesquisas evidenciam a importância da abordagem de temas controversos (ALMEIDA, 2011; MORRIS, 2014; SIQUEIRA; SCHEID, 2016) uma vez que isso oportuniza a educação voltada para a cidadania ativa. O livro didático deve abordar esses assuntos com o objetivo de auxiliar o aluno para intervir em sociedade com base em sua capacidade questionadora. Muitas vezes, professores se omitem na abordagem de questões polêmicas, e uma das razões é por não se sentirem capacitados a isso, devido à complexidade do tema (SIQUEIRA; SCHEID, 2016). Nesse contexto, o livro didático poderia auxiliar os docentes na proposição de debates sobre temas polêmicos no Ensino de Ciências e Biologia.

Observou-se que apenas 37,5% dos livros cumpriram o quesito da interdisciplinaridade. Considerou-se que o LD1 atende o quesito de forma plena por meio de um box denominado *Biologia e Física*, o qual aborda as relações de outras ciências ao tratar, por exemplo, do funcionamento das lentes para visualização de seres e moléculas microscópicas. Em todo o livro são observadas seções que explicitam a interdisciplinaridade, como *Biologia e História*, *Biologia e Matemática*, por exemplo. Alguns livros, como o LD7, não apresentam abordagem interdisciplinar alguma. Ao descrever a molécula de DNA, por exemplo, os temas não fazem referência a conceitos de química, o que seria esperado. Morin (2008) ressalta a importância da conexão dos saberes, uma vez que o conhecimento não é fragmentado, isolado, desconectado de um todo, reduzido e sem relações interdisciplinares.

Segunda dimensão da aplicabilidade do ensino

O único livro que atingiu plenamente o quesito foi o LD8, pois propõe atividades experimentais, como a sugestão de extração do DNA de cebola, e outras atividades, como a construção modelos didáticos, (Tabela 2).

TABELA 2 – Segunda Dimensão da Aplicabilidade do Ensino (Dinâmicas, experimentos e procedimentos laboratoriais).

Critérios considerados para a análise	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LD6	LD7	LD8
Proposição de atividades práticas em aula ou laboratório	4	2	2	2	2	1	4	5
Aproximação dos conceitos a atividades práticas sobre técnicas moleculares	4	3	2	4	4	5	4	4
Abordagem de técnicas atualizadas relativas à biotecnologia	4	4	2	5	4	5	4	4

Fonte: a pesquisa.

Alguns trabalhos mostram que os processos de extração de DNA facilitaram o entendimento da estrutura do DNA pelos alunos, superando as limitações impostas pela abstração dos conceitos ligados à área da biotecnologia (CARMO; SCHIMIN, 2013; SILVA et al. 2015). Apesar de as técnicas da biotecnologia serem muito bem explanadas de forma teórica e aplicadas à sociedade, alguns livros, como o LD2 não sugerem práticas para auxiliar no entendimento do conceito teórico. A realização de aulas práticas torna o ensino de biologia mais atraente e dinâmico, e vem sendo discutido há muito tempo entre as propostas de inovação dos currículos escolares (CARMO; SCHIMIN, 2013).

De acordo com o observado na Tabela 2, o LD5 é um dos livros que atende o quesito aproximação do conceito de práticas ligadas a técnicas moleculares com a proposição de extração de DNA de morangos. Observa-se também que o livro apresenta outras técnicas como a eletroforese, sequenciamento de genomas, enzimas de restrição e entre outras, e todas elas estão ligadas a uma aplicabilidade. Enquanto que o LD3 propõe a construção de modelos didáticos, no entanto, não há relação com experimentos em laboratório.

Observou-se que 87,5% dos livros apresentam a abordagem das técnicas atualizadas, tendo os LD4 e LD6 atendendo esse quesito plenamente e suficientemente e o LD3 classificado como insuficiente no quesito, pois aborda de forma superficial a clonagem, Organismos Geneticamente Modificados/OGMs, projeto genoma e terapia gênica, quando comparado com a abordagem dos outros LD, que exploram esses e outras técnicas de forma aprofundada e exemplificada. Não foi verificada a menção da técnica PCR (reação em cadeia da polimerase) ou eletroforese, por exemplo, além das técnicas trabalhadas não terem recurso visual, como ilustrações ou esquemas para facilitar o aprendizado. Ribeiro e Santos (2013) mostram a extrema relevância da abordagem das técnicas

atualizadas da engenharia genética devido a sua aplicabilidade na sociedade, e isso se refere especialmente às práticas da engenharia genética.

Terceira dimensão temática da emancipação e criticidade

Apenas 37,5% dos livros analisados obtiveram pontuação adequada (Tabela 3) atendendo satisfatoriamente ou plenamente o quesito, enquanto 50% não apresentaram uma abordagem CTS na apresentação dos temas.

TABELA 3 – Dimensão EMANCIPATÓRIA E CRITICIDADE (Uso da abordagem CTS).

Critérios considerados para a análise	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LD6	LD7	LD8
Abordagem da manipulação genética e ética.	4	2	1	1	4	5	3	1
Incentivo a postura crítica e respeito ao meio ambiente e às pessoas.	4	2	1	1	4	4	2	1
Discussão de possíveis riscos e benefícios do uso da biotecnologia para as pessoas e ambiente.	4	2	1	1	4	4	2	1

Fonte: a pesquisa.

O LD 6 apresentou uma abordagem CTS satisfatória, principalmente no quadro *Tema para a discussão*. Um dos temas trazido a debate foi o genoma (projeto genoma) e suas discussões éticas legais e sociais. Foram discutidos três tópicos: “privacidade da informação genética; segurança e eficácia da medicina genética e justiça no uso da informação genética”. Essas discussões são importantes, pois estimulam o aluno a se posicionar como cidadão. O texto LD6 incita a pensar sobre isso, quando questiona:

[...] os avanços da biotecnologia estão possibilitando ao ser humano controlar ou alterar os processos naturais como nunca ocorreu antes. Será que estamos preparados para isso? Temos os conhecimentos necessários para aplicar a biotecnologia com responsabilidade?

O conteúdo do livro LD6 também propõe atividades em grupo que estimulem a discussão sobre benefícios e malefícios da aplicação da biotecnologia. Segundo Ceolin et al. (2016) é necessário um ensino de ciências inovador, contextualizado e que tenha significado para o aluno, auxiliando para que haja a construção de consciência crítica em relação ao mundo circundante.

O LD1 aborda diferentes aspectos por meio de textos e quadros denominados *Ciência, tecnologia e sociedade*, também se mostrando adequado nesse aspecto. No

capítulo sobre Biotecnologia, o livro traz o tema *Transgênico em debate* e aborda como é realizada a técnica e também aponta a divergência de opiniões, dos ambientalistas, religiosos, representantes das multinacionais, produtores, entre outros, fazendo com que o aluno desenvolva sua própria postura crítica sobre os benefícios e riscos da utilização dos transgênicos para a saúde das pessoas e o meio ambiente. Cavalcanti et al. (2014) defendem que os alunos podem desenvolver competências para aplicar em suas vidas particulares, expondo oralmente suas ideias, além de analisar situações problemáticas e buscar possíveis soluções, como decisões embasadas no consumo consciente, prevenção de doenças, alimentação saudável ou uma terapia alternativa.

Observa-se em alguns casos, como no LD4, que apesar de contemplar praticamente todos os quesitos anteriormente discutidos, os conteúdos às vezes não estão inseridos em um tema mais abrangente, apontando como essas tecnologias interferem positiva ou negativamente na sociedade e no meio ambiente. Somente no fim da unidade há um pequeno texto falando da implicação dos transgênicos para a sociedade. Desse modo, somente pela leitura do livro, o aluno pode apresentar dificuldade para desenvolver uma postura crítica em relação aos impactos gerados na utilização dos Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), gerando um déficit para o uso cidadão desse conhecimento na sociedade, já que a contextualização do conhecimento é uma prática social que estimula a alfabetização científica (CALVANTI et al., 2014; MACHADO et al., 2015).

Diante disso, uma das formas de amenizar esse déficit provocado pelo LD é a desenvoltura do professor no seu papel de mediador do conhecimento, podendo despertar o discente a desenvolver um posicionamento crítico, por meio de discussões e debates com o objetivo de sanar lacunas presentes no livro didático. Figueiredo e Rodrigues (2014) destacam a importância da superação de uma formação docente baseada na transmissão de conteúdos, priorizando assim a formação crítica embasada em discussões numa perspectiva que envolva a ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Freire (1983, p.56) aborda que a tarefa do educador, então, é a de problematizar aos educandos o conteúdo que os mediatiza e que, dessa forma, os estudantes podem inserir-se no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que o ato de problematizar retira-o do mero papel de expectador do conteúdo estudado.

O processo de dar sentido prático, contextual aprimora a abordagem de temas e da oportunidade para inovar o conhecimento. De acordo com Paulo Freire, a intervenção da realidade, tarefa do pesquisador, acadêmico, deve proceder à constatação da realidade:

Constatando, nos tornamos capazes de intervir na realidade, tarefa incomparavelmente mais complexa e geradora de novos saberes do que simplesmente a de nos adaptar a ela. É por isso também que não me parece possível nem aceitável a posição ingênua ou, pior, astutamente neutra de quem estuda, seja o físico, o biólogo, o sociólogo, o matemático, ou o pensador da educação. Ninguém pode estar no mundo, com o mundo e com os outros de forma neutra. Não posso estar no mundo de luvas nas

mãos constatando apenas. A acomodação em mim é apenas caminho para a inserção, que implica decisão, escolha, intervenção na realidade. (FREIRE, 2007 p.77)

A dimensão emancipatória é aquela que cria a oportunidade de os próprios educandos questionarem seus papéis no processo educativo. Paulo Freire (2007, p.77), em a *Pedagogia da Autonomia* preconiza, “Em favor de que estudo? Em favor de quem? Contra que estudo? Contra quem estudo?” Nessa direção da criticidade, de caráter reflexivo sobre os processos de mensuração de valores culturais e no caso do próprio conhecimento, Geertz (2008) conclama por uma interpretação de valores culturais com mais relevância para a observação das práticas:

A abordagem de uma teoria de valor que olhe o comportamento de pessoas reais em sociedade reais, vivendo em termos de culturas reais procurando tanto o seu estímulo como a sua validade, irá afastar-nos dos argumentos abstratos e muito escolásticos nos quais um número limitado de posições clássicas é repetido sempre e sempre, com muito pouca novidade a recomendá-los, voltando-se para um processo de introspecção cada vez maior tanto para o que são os valores como para como eles atuam. Uma vez bem estribado esse empreendimento na análise científica dos valores, as discussões filosóficas da ética assumirão, sem dúvida, uma posição melhor. (GEERTZ, 2008, p.103)

Durante a análise dos livros sob o prisma da dimensão emancipatória, registrou-se que 62,5% dos livros analisados apresentaram classificação inexistente ou ineficiente, no tocante à abordagem dos temas da dimensão Emancipatória (CTS), o que compromete a contextualização do conhecimento científico nos temas estudados e, conseqüentemente, a oportunidade de formação mais crítica e emancipatória nos enfrentamentos de adversidades sociais, ambientais e políticas da contemporaneidade. Dessa forma, poderá haver a diminuição da capacidade de instigar o imaginário de uma construção de solidariedade com temas propositivos para a valorização de aspectos inovadores em vivências genuínas do período de intensa criatividade do ser humano no seu processo de formação, que é o convite ao livre pensamento, amplitude de horizonte e, enfim, de visão de mundo.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, observou-se que apesar da necessidade e importância da abordagem CTS para o Ensino de Biologia, 50% livros didáticos não fazem relação do conhecimento científico e tecnológico, com uma implicação direta na sociedade e no meio ambiente. Além disso, somente um dos livros, o LD1, preencheu todos os quesitos da pesquisa, dentre os oito livros em análise.

Mesmo nos casos em que se desenvolve a contextualização com o cotidiano, observa-se que não se explora ou não se evidencia devidamente a relação com genética e ética, ou ainda, não se discorre sobre possíveis riscos e benefícios do uso da biotecnologia para as pessoas e para o meio ambiente.

A insuficiência observada, com relação à abordagem CTS pelo livro didático, pode gerar conseqüente desestímulo por parte do discente, uma vez que os conteúdos propostos não se tornam atrativos e passam a ser desvinculados do contexto social em que se vive. Ressalta-se, assim, que embora seja um item de extrema importância, dentro das atuais discussões sobre o ensino de ciências e biologia, e considerado nas avaliações do PNL D, os aspectos que referendam esse tipo de abordagem ainda são frágeis nos livros didáticos avaliados neste estudo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. A abordagem de temas controversos na educação científica: importância atribuída pelos professores do 2º e 3º ciclos e Secundário. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Braga (Portugal). *Atas...*, 2011.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia em contexto*. São Paulo: Moderna, 2013. Vols. 1 e 3.
- ANASTASIOU, L.G.C.; ALVES, L. *Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula*. Joinville: Univille; 2012.
- ARAÚJO, M. F. F.; PEDROSA, M. A. Ensinar ciências na perspectiva da sustentabilidade: barreiras e dificuldades reveladas por professores de biologia em formação. *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, n.52, p.305-318, abr./jun. 2014. Editora UFPR.
- BATISTA, M. V. A.; CUNHA, M. M. S.; CÂNDIDO, A. L. Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v.12, n.1, p.145, 2010.
- BIZZO, N. *As novas bases da biologia: ensino médio*. São Paulo: Ática, 2010. Vols. 1 e 3.
- BOUJEMAA, A.; PIERRE, C.; SABAH, S.; SALAHEDDINE, K.; JAMAL, C.; ABDELLATIF, C. University students' conceptions about the concept of gene: Interest of historical approach. *US-China Education Review*, v.7, n.2, p.9-15, 2010.
- BRASIL. *Guia de livros didáticos: PNL D 2015: Biologia: Ensino Médio*. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+)* – Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.
- BRÖCKELMANN, R. H. *Conexões com a biologia*. São Paulo: Moderna, 2013. Vols. 1 e 3.
- CARDOSO, L. R.; OLIVEIRA, V. S. O uso de tecnologias da comunicação digital: desafios de genética mendeliana no ensino médio. *Informática na Educação: Teoria & Prática*, v.13, n.1, jan./jun. 2010.

CARMO, S.; SCHIMIN, E. S. *O ensino da biologia através da experimentação*. 2013. Disponível em: < <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1085-4.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

CATINI, A.; CARVALHO, E. G.; SANTOS, F. S.; AGUILAR, J. B.; CAMPOS, S. H. *Ser protagonista*. 2.ed. São Paulo: Edições SM, 2013. (Coleção Ser Protagonista, vols. 1 e 3).

CAVALCANTI, D. B.; COSTA, M. A. F.; CHRISPINO, A. Educação Ambiental e Movimento CTS, caminhos para a contextualização do Ensino de Biologia. *Revista Práxis*, v.6, n.12, 2014.

CEOLIN, I.; CHASSOT, A. I.; NOGARO, A. Ampliando a alfabetização científica por meio do diálogo entre saberes acadêmicos, escolares e primevos. *Revista Fórum Identidades*, 2016.

DIAS, M. A. S; NÚÑEZ, I. B.; RAMOS, I. C. O. Dificuldades na aprendizagem dos conteúdos: uma leitura a partir dos resultados das provas de Biologia do vestibular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2001 a 2008). *Revista Educação em Questão*, Natal, v.37, n.23, p.219-243, jan./abr. 2010.

FIGUEIREDO, M. C.; RODRIGUES, M. A. A abordagem CTSA na licenciatura em química: caminhos para uma alfabetização cidadã. *Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v.7, n.13, 2014.

FONSECA, V. B.; BOBROWSKI, V. L. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. *Acta Scientiae*, v.17, n.2, 2015.

FREIRE, P. *Extensão ou comunicação?* Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

_____. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

GEERTZ, G. *A interpretação das culturas*. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

GENOVESE, L. G. R.; RIBEIRO, T. V. O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. *Ciência & Educação* (Bauru), v.21, n.1, p.1-29, 2015.

KUNGA, J. T.; MARNIE, E. G. Getting a head start: The importance of personal genetics education in high schools. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, v.85, n.1, p.87-92, 2012.

LEWIS, J. L.; KELLY, P. J. *Science and technology education and future human needs*. Elsevier, 2014.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F. *Biologia hoje*. 2.ed. São Paulo: Ática, 2013. Vols. 1 e 3.

LOPES, S.; ROSSO, S. *Bio*. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2013. Vol. 2.

MACHADO, T. F.; SILVA, D.; CORNÉLIO, J. P. L.; DEL PINO, J. C. Abordagem CTSA através da temática produção de sabão. *Acta Scientiae*, v.17, n.2, 2015.

MALACHIAS, M. E. I.; PADILHA, I. Q. M.; WELLER, M.; SANTOS, S. Comprehension of basic genetic concepts by Brazilian undergraduate students. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v.9, n.3, p.657-668, 2010.

MENDONÇA, V. L. *Biologia*. 2.ed. São Paulo: AJS, 2013. Vols. 1 e 3.

MORIN, E. *A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. 15.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

- _____. *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- MORRIS, H. Socioscientific Issues and Multidisciplinarity in School Science Textbooks. *International Journal of Science Education*, v.36, n.7, p.1137-1158, 2014.
- RIBEIRO, R. A.; SANTOS, R.S. O processo de formação de professores de Biologia e a interferência das tecnologias e mídias no ensino de Genética e Biologia Molecular. *Scire Salutis*, v.3, n.1, p.49-61, 2013.
- SÁ, M. B. Z.; SANTIM FILHO, O. Relações entre ciência, tecnologia e sociedade em livros didáticos de química. *Maringá*, v.31, n.2, p.159-166, 2009.
- SANMARTÍ, P. N. (2010). *Leer para aprender ciencias*. Madrid: Ministério de educação do governo da Espanha. Disponível em: http://docentes.leer.es/files/2010/10/art_prof_eso_leerciencias_neussanmarti.pdf.
- SILVA, A. T.; BEZERRA, M. L. D. M. B.; ARAÚJO, S. L. S. M.; SILVA, N. P. O. Contribuições da atividade prática para o ensino e a aprendizagem de biologia: experiência com a extração do DNA do morango. In: CONGRESSO DE INOVAÇÃO PEDAGÓGICA EM ARAPIRACA. *Anais...*, 2015.
- SILVA, J. C.; SASSON, S.; CALDINI, N. *Biologia*. 11.ed. São Paulo: Saraiva, 2013. Vols. 1 e 3.
- SIQUEIRA, A. C.; SCHEID, N. M. J. A abordagem dos temas controversos em livros didáticos de ciências e de biologia brasileiros. *Interacções*, v.11, n.39, 2016.
- SOUZA, B. C. *Abordagem das relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) em livros didáticos de biologia do Ensino Médio*. São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2011.
- TRACANA, R. B.; CARVALHO, G. Ecosystems, pollution, and use of resources in textbooks of 14 countries: An ecocentric emphasis. *International Scholarly Research Network – Education*, n.1-5, 2012.